

ANALISA NILAI KETANGGUHAN HASIL PENGELASAN PADA SAMBUNGAN PIPA DENGAN *PREHEAT* DAN TANPA *PREHEAT*

Ramang Magga*

Abstract

This paper aim to analyze the effect of preheat in welding process of pipe joints on weld strength value .speciment which tested in strength and micro structures show that the process with out preheat before welding have bigger strength than process with preheat ,particularly seen HAZ area.

Keyword: *strength ,preheat*

1. Pendahuluan

Saluran pipa adalah suatu alat transportasi untuk memindahkan cairan atau gas dari suatu lokasi ke lokasi yang lain. Biasanya cairan atau gas yang ditransformasikan melalui saluran pipa seperti minyak mentah, air, gas alam dan lain sebagainya.

Karena keterbatasan panjang pipa, Saluran pipa dalam pemakaiannya memerlukan sambungan baik sambungan ulir, sambungan baut ataupun sambungan las.

Namun dalam pengoprasiaannya, sambungan pipa yang digunakan sangat tergantung dari jenis fluida yang ditransportasikan dan tempat pengoprasiaannya karena masing-masing sambungan mempunyai kelebihan dan kekurangan. Sehingga Dalam hal ini sambungan yang diteliti kekuatannya adalah sambungan las karena kekuatannya lebih tangguh dan lebih cocok untuk sambungan yang terbuka serta sangat cocok untuk sambungan saluran pipa.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kekuatan, ketangguhan lasan, struktur mikro dan sifat – sifat statis dari hasil lasan, dalam hal ini dilakukan pengujian struktur mikro dan kekerasan pada sambungan las pada saluran pipa.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Jenis jenis las

Pengelasan adalah suatu proses dimana penyambungan dua material yang sejenis atau satu kelompok melalui pembentukan ikatan primer yang dihasilkan dari panas dan pada kondisi tertentu disertai tekanan.

Struktur mikro dan kekerasan dari hasil pengelasan pada daerah HAZ sangat tergantung pada laju pendinginan, dimana laju ini dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu tebal pelat, kondisi pengelasan, preheat, *Masukan Panas* dan lain-lain

a. Las cair (*Fusion welding*)

Las cair adalah proses pengelasan di mana bagian logam induk yang mencair, baik dengan atau tanpa logam pengisi (*filler*), Las cair terdiri dari :

- 1) Proses pengelasan yang menggunakan sumber energi kimia
 - Las gas (*gas welding*) yang menggunakan bahan bakar gas sebagai penghasil panas, las oksi asctilen (*oxyacetilene gas welding/OAW*).
 - Las dengan menggunakan sumber panas dari reaksi eksothermis (*exothermic*) antara reaktan zat padat dengan zat padat atau antara zat padat dengan gas, misalnya las thermit atau las aluminothermis yang berdasarkan reaksi aluminothermic.
- 2) Proses pengelasan yang menggunakan busur listrik (*electric arc*) sebagai sumber panas
 - Elektroda tak terumpan (*non consumable electrode*) sebagai sumber panas -las busur tungsten gas (*gas tungsten arc welding/GTAW*), las busur plasma (*plasma arc welding/PAW*).
 - Ektroda terumpan (*consumable electrode*) sebagai sumber panas dan sekaligus sebagai logam pengisi, misalnya las busur logam gas (*gas metal arc welding/GMAW*), las busur

* Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

elektroda terbungkus (*shielded metal arc welding/SMAW*), las busur rendam (*submerged arc welding/SAW*), las terak listrik (*electroslag welding/ESW*)

- 3) Proses pengelasan yang menghasilkan panas melalui tahanan dalam pada logam induk, las resistansi titik (*resistance spot welding*) dan las resistansi tumpang (*resistance seam welding*)
- 4) Proses pengelasan yang menggunakan panas dari energi radiasi intensitas tinggi, las sinar elektron (*electron beam welding/EBW*) dan las sinar laser (*laser beam welding/LBW*)

b. Las resistensi listrik

Las resistansi titik (*resistance welding*) adalah proses pengelasan yang menggunakan panas hasil dari tahanan listrik pada bagian-bagian yang disambung sehingga membentuk lasan (*nugget*). Besar panas lokal yang terjadi saat pengelasan sebesar I^2R watt (dengan I : kuat arus dan R : tahanan listrik). Pasangan elektroda, biasanya terbuat dari tembaga dan berpendingin air, berfungsi untuk mengalirkan arus ke sambungan. Tekanan diperlukan untuk meningkatkan kontak (mengurangi tahanan listrik) pada interface antara elektroda dengan logam induk dan membantu logam cair dalam membentuk sambungan las (*nugget*). Las resistansi listrik menggunakan siklus las yang terdiri dari 4 tahap yaitu

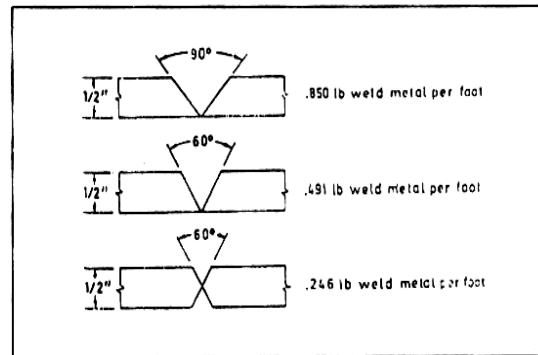
- Squeeze time : interval waktu saat benda kerja ditekan sampai arus mulai mengalir
- Weld time : waktu dimana arus mengalir untuk melelehkan logam pada permukaan kontak
- Hold time : waktu dimana gaya tekan tetap dipertahankan setelah arus berhenti supaya lasan membeku dan menghasilkan sambungan yang kuat
- Off time : waktu dimana tekanan elektroda dilepas

2.2 Sambungan las dengan alur (*Groove-welded-joints*)

Alur biasanya digunakan untuk sambungan tumpul, sambungan T dan sambungan sudut jika sambungan las tersebut dipersyaratkan mempunyai kekuatan maksimum dan keandalan (*reliability*) yang baik. Alur persegi (*square*) merupakan alur yang paling ekonomis dan biasanya untuk pelat tipis karena tidak memerlukan pengerjaan mesin. Jika pelat yang dilas cukup tebal (lebih dari $3/8"$) maka pengelasan dilakukan dengan menggunakan las

SMA dengan alur berbentuk tirus tunggal, tirus ganda, alur V tunggal, alur V ganda, alur J tunggal atau alur U.

Disain alur las yang baik akan menghasilkan las dengan penetrasi sempurna dengan kebutuhan material las yang lebih sedikit. Sudut kemiringan (*bevel angle*) biasanya tidak lebih dari 30° untuk alur V tunggal untuk mengurangi jumlah filler. Kebutuhan logam pengisi (*filler*) tiap satuan panjang untuk bentuk alur yang berbeda terlihat seperti gambar 1.



Gambar 1. Kebutuhan filler untuk berbagai bentuk alur

Jika sudut kemiringan kecil maka celah akar harus diperlebar supaya memudahkan terjadinya proses penyatuan logam induk dan las (*fusion*) di bagian bawah alur. Untuk celah akar yang sempit harus digunakan elektroda dengan diameter kecil supaya mudah terjadi fusi sedangkan celah akar yang lebar akan membutuhkan material las yang banyak sehingga biaya produksi menjadi tinggi.

2.3 Sifat mekanik lasan

Faktor yang berpengaruh pada sifat mekanik dari lasan khususnya ketangguhan lasan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain komposisi kimia lasan dan struktur mikro. Komposisi kimia banyak dipengaruhi oleh derajat dilusi dari logam induk disamping penggunaan dari fluks dan elektroda yang digunakan. Logam induk yang memiliki ketangguhan yang baik biasanya diasosiasikan dengan struktur mikro yang memperlihatkan jumlah ferrite yang banyak. Pembentukan ferrite ini dipengaruhi oleh komposisi dari logam lasan, laju pendinginan dan jumlah inklusi yang ada.

Masukan panas akan berpengaruh pada laju pendinginan dan juga akan berpengaruh pada ketahanan patah gatas. Jika masukan panas meningkat, kurva akan bergerak kesebelah kanan dari continuous cooling diagram pada Gambar 2.

Untuk mendapatkan jumlah fasa ferrite yang sama, hanya akan diperoleh dengan penambahan unsur Mn, Mo, Ni (unsur paduan). Penurunan dari ketahanan cleavage akibat masukan panas yang tinggi ini disebabkan oleh pengkasaran butir akibat laju pendinginan yang rendah, sehingga penambahan unsur paduan belum dapat mengurangi kehilangan terhadap ketahanan cleavage akibat penambahan masukan panas.

2.4 Mikrostruktur dari permukaan las

Kekerasan permukaan suatu bahan dapat didefinisikan sebagai ketahanan material terhadap deformasi plastis, sedangkan angka kekerasannya didefinisikan sebagai beban terpasang dibagi luasan jejak indentasi. Karena lapisannya sangat tipis (orde μm – nm) maka beban yang dikenakan harus diusahakan seringan mungkin (orde 0,1 gr – 10 gr),

tergantung dari tebal tipisnya lapisan yang akan diukur. Apabila bebannya terlalu besar maka *indentornya* akan menembus sampai lapisan dalam (material induk) sehingga hasilnya tidak mewakili lapisan yang diukur (tidak valid).

Untuk pengujian mikro, ada dua alternatif pengujian yang dapat dilakukan, yaitu pengujian dengan indentor Knoop atau pengujian mikro dengan indentor Vickers.

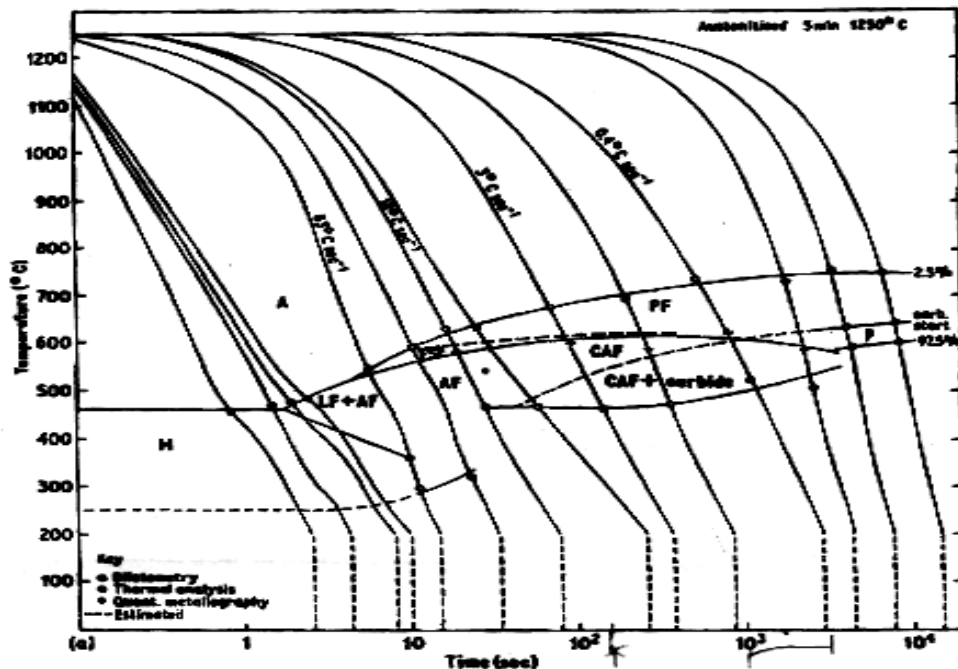
Penumbuk Vickers terbuat dari piramida intan dengan dasar berbentuk bujur sangkar dan panjang diagonalnya berbanding 1 : 1. Angka kekerasan Vickers dapat dihitung melalui persamaan:

$$VHN = 1,72 \frac{P}{L^2} \dots\dots\dots(1)$$

dengan,

P = adalah beban yang terpasang (gr)

L = adalah panjang diagonal jejak (μm)



Gambar 2. Diagram CCT

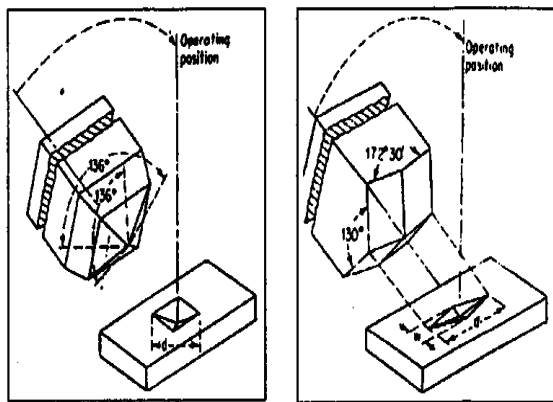
Sedangkan penumbuk Knoop terbuat dari piramida intan sedemikian hingga perbandingan diagonal panjang dan pendek 7 : 1
Angka kekerasan Knoop dapat dihitung melalui persamaan:

$$KHN = 14,23 \frac{P}{L^2} \dots\dots\dots(2)$$

dengan,

P = adalah beban yang terpasang (gr)

L = adalah panjang diagonal yang panjang dari jejak (μm)



Gambar 3. Prinsip kerja Indentor knoop dan Vickers

Untuk pengujian profil kekerasan sebagai fungsi kedalaman, pengujian kekerasan dengan indentor Knoop akan lebih teliti, hal ini dikarenakan dengan indentor Knoop dapat memberikan kemungkinan membuat lekukan yang lebih rapat dibandingkan bila menggunakan indentor Vickers. Keuntungan penggunaan indentor Knoop adalah dapat digunakan untuk diagonal yang panjang, luas kedalaman Knoop kira-kira 15 % dari luas lekukan Vickers.

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap hasil lasan dengan pemberian panas dan tanpa pemberian panas. Jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekerasan dan analisa struktur mikro.

3.1 Pengujian Kekerasan

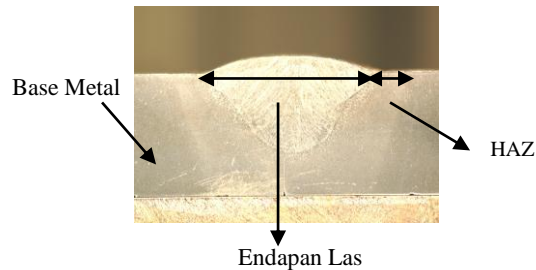
Alat uji kekerasan yang digunakan adalah kekerasan mikro vickers.

3.2. Analisa struktur mikro

Analisa struktur mikro yang dilakukan menggunakan mikroskop optik dan data yang diperoleh adalah ukuran butir, jumlah butir maupun batas butir.

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan proses pengamatan melalui struktur mikro pada daerah las, dapat dilihat pembagian daerah lasan pada gambar 4.



Gambar 4. Pembagian daerah lasan melalui pengamatan struktur mikro

4.1 Daerah endapan las

Pada proses pengelasan di daerah Las dengan preheat dan tanpa preheat diperoleh bahwa nilai kekerasan yang paling tinggi adalah 207 VHN pada jarak 1,5 mm dari pusat lasan (dengan tanpa preheat), hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

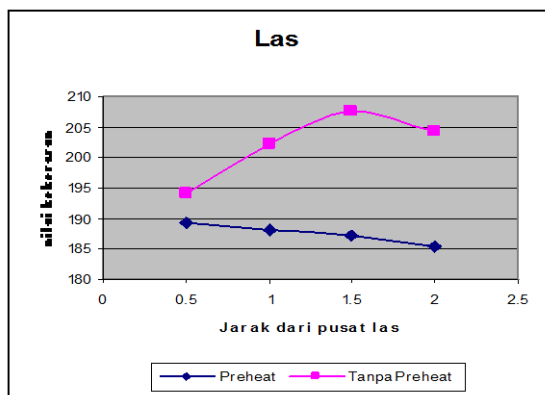
Hubungan antara nilai kekerasan dengan jarak dari pusat las digambarkan pada grafik Gambar 5.

Tabel 1. Nilai kekerasan pada pengelasan dengan preheat pada daerah endapan las

No.	Jarak dari pusat las (mm)	D ₁	D ₂	D _r	Kekerasan (HVN)
1	0.5	99	99	99	189.2
2	1	99.5	99	99.3	188.2
3	1.5	99	100	99.5	187.3
4	2	102	98	100	185.4

Tabel 2. Nilai kekerasan pada pengelasan tanpa preheat pada daerah endapan las

No.	Jarak dari pusat las (mm)	D1	D2	Dr	Kekerasan (HVN)
1	0.5	98.5	97	97.8	194.1
2	1	95.5	96	95.8	202.3
3	1.5	94	95	94.5	207.7
4	2	94.5	96	95.3	204.4



Gambar 5. Hubungan antara nilai kekerasan dengan jarak dari pusat lasan

4.2 Daerah HAZ

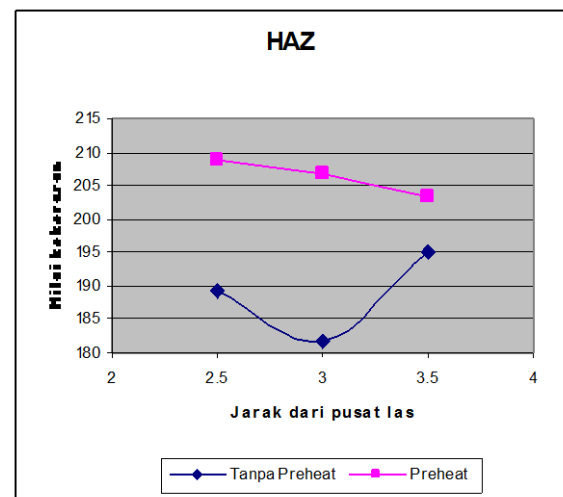
Pada Gambar 6 memperlihatkan bahwa pada proses pengelasan di daerah HAZ dengan preheat dan tanpa preheat diperoleh tingkat kekerasan tertinggi adalah 208,8 HVN pada jarak 1,5 mm (tanpa preheat), sedang struktur mikro didominasi bentuk planar, dan sebagian bentuk bulat yang masing-masing berupa bainit dan ferit. Bentuk yang lebih menyolok lagi pada bagian batas antara HAZ dan logam induk yang memiliki perbandingan sekitar 50% antara bentuk planar dan bulat. Pada logam induk disekitar HAZ bentuk butir bulat dan besar yang terdiri dari ferit dan sedikit perlit.

Tabel 3. Nilai kekerasan pada pengelasan dengan preheat pada daerah HAZ

No.	Jarak dari pusat las (mm)	D1	D2	Dr	Kekerasan (HVN)
1	2.5	99	99	99	189.2
2	3	102	100	101	181.7
3	3.5	99	96	97.5	195

Tabel 4. Nilai kekerasan pada pengelasan tanpa preheat pada daerah HAZ

No.	Jarak dari pusat las (mm)	D1	D2	Dr	Kekerasan (HVN)
1	2.5	94	94.5	94.3	208.8
2	3	94.5	95	94.8	206.6
3	3.5	96	95	95.5	203.3



Gambar 6. Hubungan antara nilai kekerasan dengan jarak dari pusat las pada daerah HAZ

4.3 Pada daerah base metal

Pada proses pengelasan di daerah base metal dengan preheat dan tanpa preheat diperoleh tingkat kekerasan tertinggi adalah 195,1 HVN pada jarak 5 mm dari pusat lasan (tanpa preheat), Pada Base metal yang letaknya jauh dari daerah las memiliki struktur mikro yang pipih atau memanjang yang mana struktur mikronya terdiri dari ferit dan perlit

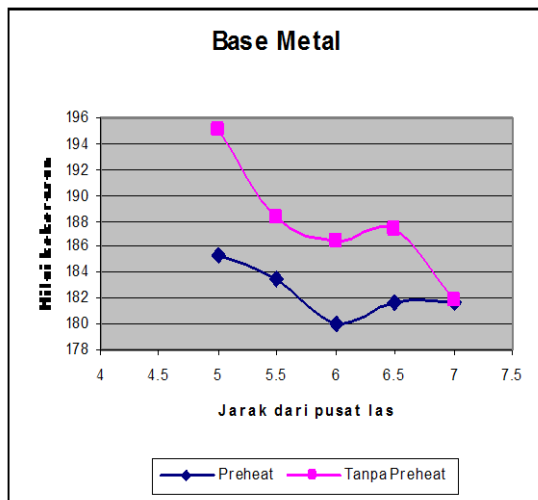
Jika dibandingkan antara daerah endapan las, HAZ dan base metal maka daerah yang paling keras adalah pada daerah HAZ, hal ini menunjukkan bahwa pada daerah HAZ terdapat struktur mikrobarit terbanyak dikarenakan pada daerah ini memiliki laju pendinginan yang cepat sat traspormasi struktur mikro pada suhu 800 °C ke suhu 500 °C.

Tabel 5. Nilai kekerasan pada pengelasan dengan preheat pada base metal

No.	Jarak dari pusat las (mm)	D1	D2	Dr	Kekerasan (HVN)
1	5	100	100	100	185.4
2	5.5	100	101	101	183.6
3	6	102	101	102	180
4	6.5	100	102	101	181.7
5	7	100	102	101	181.7

Tabel 6. Nilai kekerasan pada pengelasan tanpa preheat pada base metal

No.	Jarak dari pusat las (mm)	D1	D2	Dr	Kekerasan (HVN)
1	5	97	98	97.5	195.1
2	5.5	99	99.5	99.3	188.3
3	6	100	99.5	99.8	186.4
4	6.5	100	99	99.5	187.3
5	7	100	102	101	181.8



Gambar 7. Hubungan antara nilai kekerasan dengan jarak dari pusat las pada daerah *base metal*.

5. Kesimpulan

- Dari pengamatan struktur mikro hanya didapatkan struktur ferit, perlit dan bainit, dan tidak dijumpai struktur martensit.

- Dari ke dua hal di atas diketahui bahwa material memiliki sifat ulet.
- Sambungan pipa yang dilas termasuk low alloy steel.
- Walaupun disekitar HAZ terdapat kekerasan yang meningkat namun ditinjau dari besarnya (magnitude) cukup kecil (beberapa HVN). Sehingga dapat dipastikan logam las-nya non hardenable.
- Eksistensi GF dapat menurunkan ketahanan lasan terhadap crack. Perlu pengujian lebih lanjut yaitu uji sifat mekanik (impact & rambat retak)

6. Daftar Pustaka

- Sindo Kou, 1987, Welding Metallurgy, John Wiley & Son.
- Mardjono S., Husaini Ardy, Slameto W, Evaluasi Proses Pembuatan Pipa Las Spiral API
- Hasta Kuntara , 2005, Pengaruh Perlakuan Panas Tempering Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Impak Baja X165 CrMoV12 Untuk Cetakan, Proceeding STTNas, Yogyakarta
- Sigit Gunawan, 2005, Pengaruh Suhu Temper Terhadap Ketangguhan Impak dan Kekuatan Tarik Baja AISI 420, Proceeding STTNas, Yogyakarta,.